

VŠB – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA

Fakulta strojní

Institut dopravy

Bakalářská práce

Podvěsný dopravník betonové směsi

Trolley Conveyor of The Screeding

Student:

David Koza

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Ing. Leopold Hrabovský, Ph.D.

Ostrava 2010

Zadání bakalářské práce

Student:

David Koza

Studijní program:

B2341 Strojírenství

Studijní obor:

2302R003 Dopravní stroje a manipulace s materiálem

Téma:

Podvěsný dopravník betonové směsi
Trolley Conveyer of The Screeding

Zásady pro vypracování:

1. Zpracujte rešerši možných způsobů dopravy betonové směsi od betonáren do výroben betonových a vibrolisovaných prvků.
2. Navrhněte podvěsný vozík, pro max. objem betonu 2000 l, určený k dopravě betonové směsi s max. pojezdovou rychlostí 85 m/min.
3. Proveďte sestavný výkres podvěsného vozíku.
4. Proveďte výkresovou dokumentaci realizace pohonu otáčení dopravní nádoby.
5. Proveďte příslušné technologické a potřebné pevnostní výpočty.
6. Závěr a zhodnocení navržené varianty řešení.

Seznam doporučené odborné literatury:

POLÁK, J., SLÍVA, A.: Dopravní a manipulační zařízení III. Ostrava: ES VŠB TUO. 2005. 137 str. ISBN 80-248-0963-X.

PAVLISKA, J., HRABOVSKÝ, L.: Dopravní a manipulační zařízení IV. Ostrava: ES VŠB TUO. 2004. 133 str. ISBN 80-248-0537-5.

DRAŽAN, F., KUPKA, L. a kol.: Transportní zařízení. Praha: SNTL Praha. 1966.

JASÁŇ, V.: Teória dopravných a manipulačných zariadení. Bratislava: ALFA Bratislava. 1983. 318 str.

CVEKL, Z., JANOVSKEÝ, L., PODIVINSKEÝ, V., TALACKO, J.: Teorie dopravních a manipulačních zařízení. Praha: ČVUT Praha. 1984.

JASÁŇ, V.: Teória a stavba dopravníkov. Bratislava: ALFA Bratislava. 1984. 336 str.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Leopold Hrabovský, Ph.D.**

Datum zadání: 17.12.2010

Datum odevzdání: 23.05.2011

doc. Ing. Vladimír Smrž, Ph.D.
vedoucí katedry



prof. Ing. Radim Farana, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě*23.5.2011*.....

.....*Korn*.....

Podpis studenta

Prohlašuji, že

- byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB – TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v ústřední knihovně VŠB – TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB – TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB – TUO, v případě zájmu z její strany uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB – TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB – TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce dle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a po slnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě: 23.5.2011.....

.....
podpis

Jméno a příjmení autora práce:

David Koza

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Fryčovická 468
739 43 Staříč, ČR

Anotace Bakalářské práce

KOZA, D. Podvěsný dopravník betonové směsi: bakalářská práce.

Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, institut dopravy, 2011, 48 s.

Vedoucí práce: doc. Ing. Hrabovský, L., Ph.D.

Bakalářská práce se zabývá návrhem a výpočtem podvěsného dopravníku betonové směsi. Tento podvěsný dopravník je navrhnout pro objem 2000 litrů betonové směsi. Pojezdová rychlost dopravníku je $16 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$. V úvodní části bakalářské práce je rozdělení dopravy betonových směsí od betonáren do výroben betonových a vibrolisovaných prvků. V další části jsou rozebrány jednotlivé způsoby dopravy betonových směsí. Poslední část se zabývá technologickými a pevnostními výpočty související se zadanou problematikou. Sestavný výkres podvěsného dopravníku a sestava realizace pohonu otáčení dopravní nádoby jsou dokumentovány ve výkresové části bakalářské práce.

Annotation of Bachelor thesis

KOZA, D. Trolley Conveyer of The Screeding: bachelor thesis

Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering,

Institute of Transport, 2011, 48p

Thesis head: doc. Ing. Hrabovský, L., Ph.D.

The bachelor thesis deals with a project and a calculation of a trolley conveyer of a screeding. The trolley conveyer is designed to a capacity of 2000 litres of a screeding. A speed of the conveyer is 16 m/min . In the first part of the bachelor thesis there is a division of a transportation of a screeding from concrete mixing plants to manufacturing plants of concrete and pressed compacted elements. In the next part there is an analysis of individual modes of transport of a screeding. The last part deals with technological and strength calculations associated with the designated issue. A modular drawing of the trolley conveyer and a configuration of a realization of a rotational drive of a ropeway bucket are well-documented in the drawing part of the bachelor thesis.

Obsah

Seznam použitých značek a symbolů.....	8
Úvod.....	12
1 Způsoby dopravy betonových směsí.....	13
2 Primární doprava.....	13
2.1 Autodomíchavače.....	13
2.2 Nákladní automobily.....	15
3 Sekundární doprava.....	15
3.1 Pásový dopravník.....	16
3.2 Šnekový dopravník.....	18
3.3 Skluzy, žlaby.....	19
3.4 Přepavní nádoba.....	20
3.5 Pneumatická doprava potrubím.....	20
3.6 Podvěsný dopravník.....	22
4 Návrh a výpočet podvěsného dopravníku.....	24
4.1 Návrh otočné nádoby.....	24
4.2 Výpočet hmotnosti betonu v nádrži.....	25
4.3 Hmotnost nádoby.....	25
4.4 Celková hmotnost nádoby s požadovaným množstvím betonu.....	26
4.5 Určení těžiště otočné nádoby s betonem.....	27
4.6 Síla působící v těžišti nádoby.....	28
4.7 Výpočet točivého momentu.....	28
4.8 Potřebný výkon elektromotoru otoče.....	28
4.9 Volba elektromotoru otoče.....	28
4.10 Výpočet převodového poměru.....	29
4.11 Volba převodové skříně otoče.....	29
4.12 Volba pracovní polohy převodovky.....	30
4.13 Kontrola motoru otoče na rozběh.....	30
4.14 Kontrola zvolené brzdy.....	31
4.15 Návrh průměru hřídele nádoby.....	32
4.16 Návrh podvěsného rámu podvěsného dopravníku.....	32
4.17 Návrh pojízďecího ústrojí.....	33

4.18	Návrh a kontrola péra.....	38
4.18.1	Návrh péra.....	38
4.18.2	Kontrola těsného péra na střih.....	39
4.19	Návrh a kontrola ložisek hřídele otočné nádoby.....	40
4.19.1	Kontrola statické únosnosti ložiska.....	40
4.19.2	Kontrola dynamické únosnosti ložiska.....	41
4.20	Kontrola čepů pro spojení pojížděcího ústrojí s rámem dopravníku.....	42
4.20.1	Kontrola čepu elektrického pojezdu.....	42
4.20.2	Kontrola čepu nepoháněného pojezdu.....	42
4.21	Návrh kolejové dráhy.....	43
5	Závěr.....	44
6	Seznam použitých zdrojů.....	45
7	Přílohy.....	47

Seznam použitých značek a symbolů

η_c	Celková účinnost pohonu otoče	-
η_m	Účinnost motoru otoče	-
η_p	Účinnost převodovky otoče	-
η_{poj}	Účinnost pojezdu	-
ρ	Průměrná hodnota hustoty betonu	kg/m^{-3}
σ_{D0}	Dovolené napětí v ohybu	MPa
σ_0	Napětí v ohybu	MPa
τ_{DS}	Dovolené napětí ve střihu	Mpa
τ_D	Dovolené napětí v krutu	Mpa
χ	Přídavné odpory	-
B	Šířka ložiska	mm
C	Dynamická únosnost ložiska	N
C_0	Statická únosnost ložiska	N
D	Průměr pojezdového kola	mm
F	Síla v těžišti nádoby	N
F_a	Přípustné axiální zatížení ložiska	N
F_{ip}	Inerční síla posuvných hmot	N
F_n	Síla působící na nepoháněný pojezd	N
F_r	Radiální zatížení ložiska	N
F_s	Střížná síla	N
F_2	Síla působící na péro	N
J	Moment setrvačnosti rotačních hmot	kg.m^2
J_{Npl}	Moment setrvačnosti plné nádoby	kg.m^2
J_{Npr}	Moment setrvačnosti prázdné nádoby	kg.m^2
J_M	Moment setrvačnosti motoru otoče	kg.m^2
J_{mpoj}	Moment setrvačnosti motoru pojezdu	kg.m^2
J_P	Moment setrvačnosti převodovky otoče	kg.m^2
ΣK	Zatížení hnaných kol	N
L_{nmh}	Hodinová základní trvanlivost	hod
L_{10}	Základní trvanlivost	ot.
M_B	Brzdň moment brzdy motoru otoče	N.m
M_b	Potřebný brzdň moment brzdy motoru otoče	N.m

M_i	Inerční moment redukováný na hřídel motoru	N.m
M_{ipoj}	Inerční moment pojezdu	N.m
M_{irpoj}	Inerční moment rotujících hmot soustavy	N.m
M_k	Točivý moment	N.m
M_N	Jmenovitý moment motoru otoče	N.m
M_r	Rozběhový moment motoru otoče	N.m
M_{rpoj}	Rozběhový moment motoru pojezdu	N.m
M_{stpoj}	Statický moment pojezdu	N.m
P	Výkon elektromotoru otoče nádoby	W
P_D	Ekvivalentní dynamické zatížení	N
P_0	Ekvivalentní statické zatížení	N
P_{poj}	Výkon pojezdového motoru	W
R	Poloměr pojezdového kola	mm
V	Síla větru	N
V_B	Objem přepravovaného betonu	m^3
V_n	Objem otočné nádoby	m^3
W	Odpor pojízďecích kol	N
W'	Odpor nepoháněných kol	N
Y_0	Součinitel statického axiálního zatížení	-
a_1	Součinitel spolehlivosti	-
a_{skf}	Součinitel teorie trvanlivosti	-
b	Šířka péra	mm
b_1	Šířka závěsu elektrického pojezdu	mm
b_2	Šířka závěsu nepoháněného pojezdu	mm
d	Průměr hřídele otočné nádoby	mm
$d_{\varepsilon 1}$	Průměr čepu elektrického pojezdu	mm
$d_{\varepsilon 2}$	Průměr čepu nepoháněného pojezdu	mm
d_n	Průměr otočné nádoby	mm
d_l	Průměr ložiska	mm
e	Valivé tření	mm
f	Součinitel adheze	-
f_{ε}	Čepové tření	-
g	Tíhové zrychlení	$m.s^{-2}$

i_c	Celkový převodový poměr pohonu otče	-
i_P	Převodový poměr pohonu otoče	-
i_{poj}	Celkový převodový poměr pojezdu	-
k	Součinitel vlivu ostatních rotujících hmot	-
k_1	Vliv ostatních rotujících hmot soustavy	-
l	Délka péra	mm
l'	Minimální délka péra	mm
l_n	Délka otočné nádoby	mm
m_B	Hmotnost přepravovaného betonu	kg
m_c	Celková hmotnost dopravníku	kg
m_{CB}	Celková hmotnost nádoby s betonem	kg
m_n	Hmotnost válcové nádoby	kg
m_{poh}	Hmotnost pohonu otočné nádoby	kg
m_r	Hmotnost rámu	kg
m_2	Hmotnost nesoucí nepoháněný pojezd	kg
n_k	Otáčky pojezdového kola	ot.min ⁻¹
n_m	Otáčky elektromotoru otoče	min ⁻¹
n_{mpoj}	Otáčky motoru pojezdu	m.min ⁻¹
n_n	Otáčky nádoby	min ⁻¹
p	Exponet Wöhlerovy křivky	-
p_D	Dovolený tlak	MPa
p_2	Měrný tlak	MPa
$r_{\check{c}}$	Poloměr čepu pojezdového kola	mm
s_{D0}	Minimální dovolená statická bezpečnost	-
s_{max}	Dráha, za kterou se dopravník zastaví	m
s_0	Statická bezpečnost ložiska	-
t_b	Doba brzdění	s
t_{bmax}	Čas, za který se dopravník zastaví	s
t_p	Tloušťka plechu nádoby	mm
t_r	Doba rozběhu motoru	s
t_{rmin}	Minimální doba brzdění	s
t_{rpoj}	Doba rozběhu motoru pojezdu	s
t_l	Hloubka péra v náboji	mm

v_p	Rychlost pojezdu	$m \cdot min^{-1}$
x_T	x-ová hodnota těžiště	m
y_T	y-ová hodnota těžiště	m
z_T	z-ová hodnota těžiště	m

Úvod

Cílem této bakalářské práce je podle zadaných parametrů navrhnout a provést potřebné technologické a pevnostní výpočty podvěsného dopravníku pro dopravu betonových směsí. Podvěsný dopravník se bude skládat z otočné nádoby, která bude uložena v rámu dopravníku. Přepřavovaný objem bude 2000 litrů betonové směsi, ale skutečný objem nádoby bude větší, aby nedocházelo k přelévání betonu přes okraj nádoby. Otáčení nádoby bude realizováno pomocí motoru a převodovky. Rám dopravníku bude zavěšen na elektrickém pojezdovém ústrojí. Podvěsný dopravník bude pojíždět po kolejové dráze, která se bude skládat z válcovaných profilů.

Bakalářská práce bude také dále obsahovat rozdělení možných způsobu dopravy betonových směsí od betonáren k výrobnám betonových a vibrolisovaných prvků. Tyto způsoby budou dále podrobněji rozvedeny.

1 Způsoby dopravy betonových směsí

Doprava betonových směsí se dělí na dopravu plynulou a na dopravu přerušovanou. Přerušovaná doprava znamená, že se betonové směsi dopravují na dlouhé vzdálenosti např. z jednoho podniku do druhého. Plynulá doprava je doprava betonových směsí na krátké vzdálenosti např. v jednom podniku mezi výrobními linkami atd.

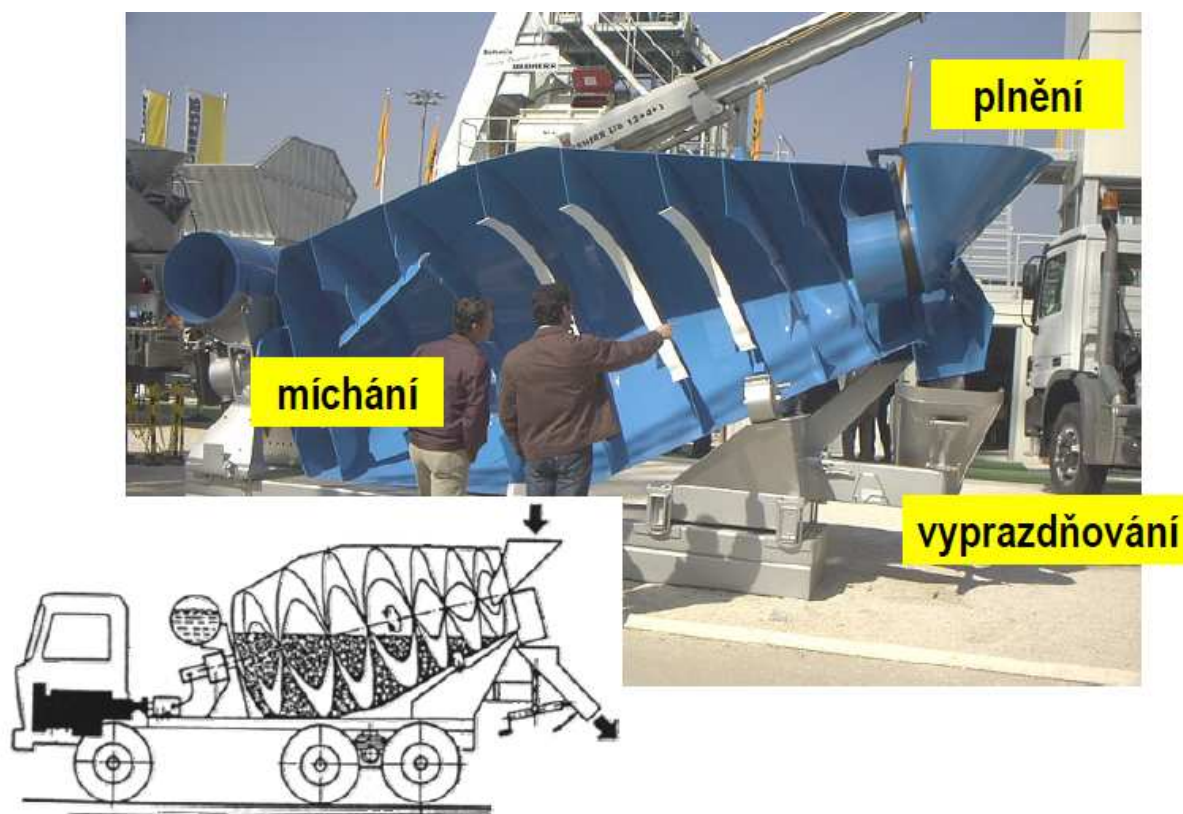
2 Přerušovaná doprava

Přerušovaná doprava je možná těmito způsoby:

- autodomíchávači,
- nákladními automobily.

2.1 Doprava autodomíchávači

Autodomíchavač slouží pro rychlý rozvoz hotové betonové směsi. Autodomíchavač je silniční nákladní vozidlo, které má na podvozku připevněn míchací buben. Uvnitř bubnu je míchací spirála. Buben i spirála jsou vyrobeny z vysoce otěruvzdorné oceli. Vyprazdňování probíhá změnou otáček bubnu. Dále je beton usměrňován zachytávacím žlabem do výsypného žlabu. Výsypný žlab je pohyblivý ve vertikálním směru a je s ním možno otáčet ve vodorovném směru o 180°. Buben je poháněn nejčastěji naftovými čtyřválcovými motory. Elektrické ovládání bubnu je možno buď z kabiny anebo z ovládacího panelu, který je u výsypu. Ovládání může být automatické nebo ruční. Autodomíchavače mají své vlastní nádže na vodu, která slouží pro ředění betonové směsi přímo na místě zpracování podle požadavků.



Obr. 2.1.1 Princip autodomíchavače [10]



Obr. 2.1.2 Autodomíchavač Stetter AM 15 C [11]

2.2 Doprava nákladními automobily

Doprava betonových směsí nákladními automobily je možná jen pro sušší směsi. Pro dopravu je možno použít veškeré typy nákladních automobilů.



Obr. 2.2.1 Nákladní automobil Man lehké řady TGM [12]

3 Plynulá doprava

Plynulá doprava je možná těmito způsoby:

- pásovými dopravníky,
- šnekovými dopravníky,
- skluzu, žlaby,
- přepravní nádobou,
- pneumatickou dopravou v potrubí,
- podvěsnými dopravníky.

3.1 Pásový dopravník

Pásový dopravník je určen pro vodorovnou a úklonnou dopravu materiálů. Základem pasového dopravníku je nekonečný dopravní pás (unášecí člen), který obíhá mezi poháněcím a vratným bubnem. Dopravník je doplněn o další konstrukční prvky, které jsou potřeba pro jeho provoz. Mezi tyto prvky patří například nosná konstrukce, napínací zařízení a další příslušenství. ‘‘Nosná konstrukce je tvořena stojany, podélnými nosníky s podpěrami a válečky horní a spodní větve.’’ [17]

Výhody:

- plynulá doprava s velkým dopravním množstvím,
- malé pohybové odpory,
- bezhlučný chod,
- bezpečný a spolehlivý provoz,
- jednoduchá konstrukce. [17]

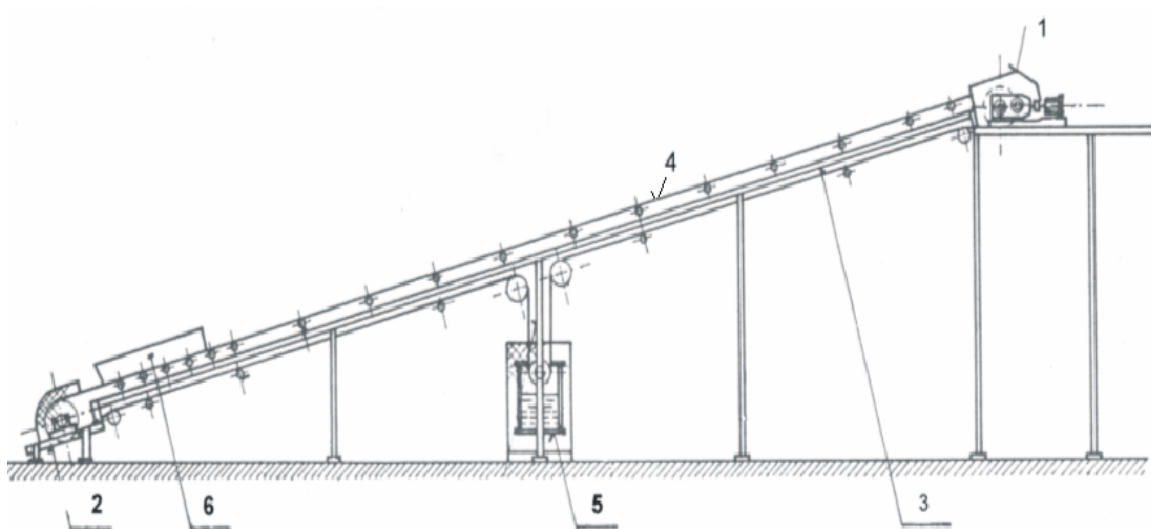
Nevýhody:

- velký počet rotujících částí (údržba),
- problémy s abrazivními materiály. [17]

Rozdělení pásových dopravníků:

- stabilní,
- mobilní. [17]

Stabilní pásové dopravníky se ještě dále dělí na dopravníky vodorovné, úklonné, strmé a speciální.



1 – poháněcí stanice, 2 – vratná stanice, 3 – nosná konstrukce pásového dopravníku,
4 – dopravní pás, 5 – napínací zařízení, 6 - násypka

Obr. 3.1.1 Stabilní, úklonný pásový dopravník [17]



Obr. 3.1.2 Mobilní pásový dopravník na sypké hmoty [7]

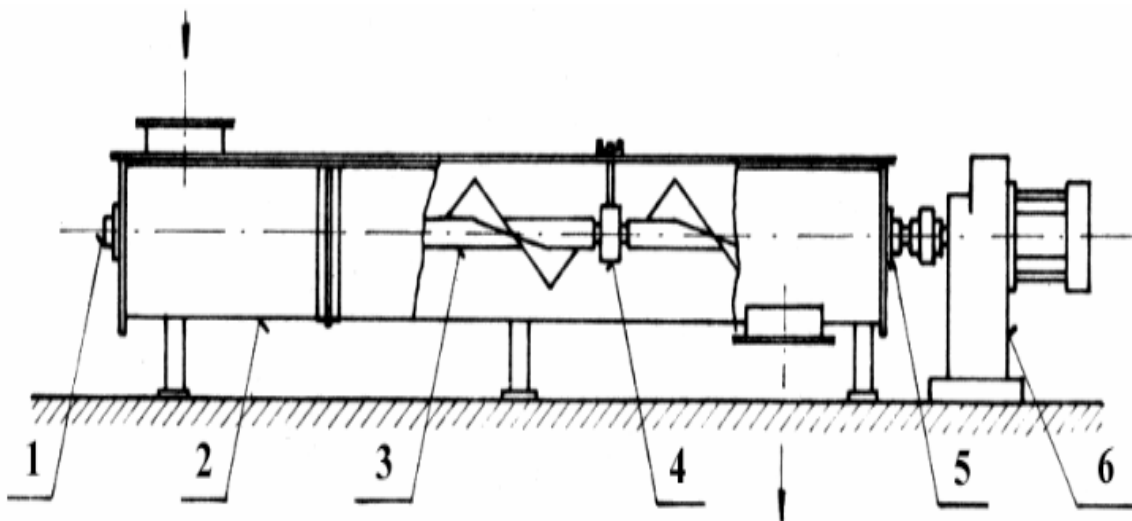
3.2 Šnekový dopravník

Šnekový dopravník je určen pro vodorovnou a úklonnou dopravu sypkých materiálů. Dopravník je vhodný pro malé a střední dopravované množství materiálu na krátké vzdálenosti. Základním členem šnekového dopravníku je šnekovnice (pracující člen), která rotuje v pevném žlabu.

Princip tohoto dopravníku je takový že tření mezi materiálem a žlabem je větší než tření mezi šnekovnicí a materiálem. Následkem je posuv materiálu ve žlabu.

Základní rozdělení šnekových dopravníků

- dopravní – vodorovné,
 - šikmé,
 - svislé.
- míchací – jednoduché,
 - dvojité.
- šnekové trouby. [17]



1 – koncové ložisko šnekového hřídele, 2 – žlab, 3 – šnekový hřídel, 4 – závěsné ložisko šnekového hřídele, 5 – ložisko pohonu, 6 – pohon,

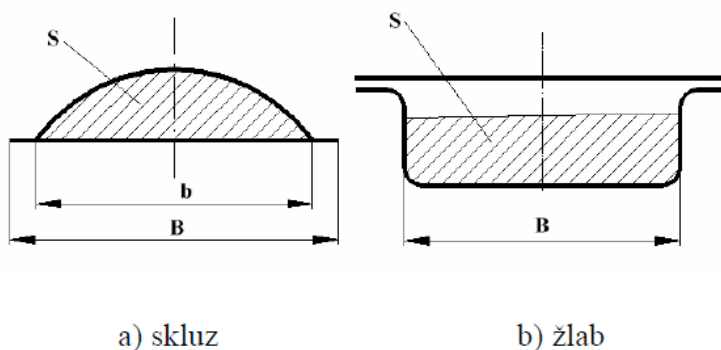
Obr. 3.2.1 Šnekový dopravník [17]

3.3 Skluzy, žlaby

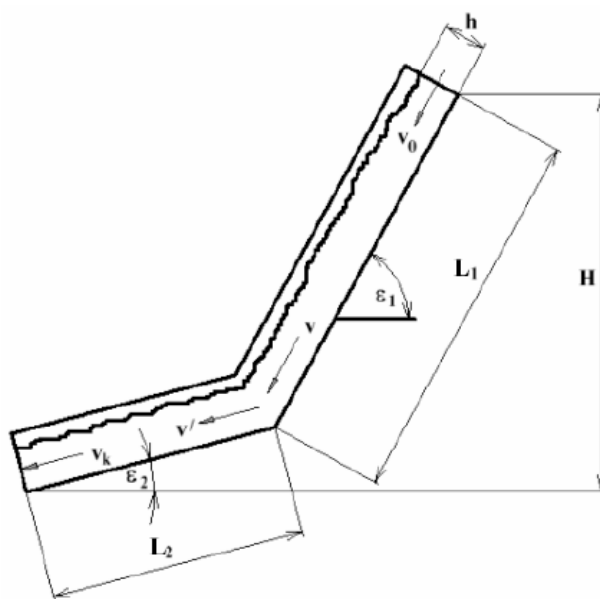
Doprava materiálu pomocí skluzů nebo žlabu je možná jenom z vyšších míst do nižších, pracují na principu nakloněné roviny. Tyto dopravníky využívají k dopravě materiálu sinusové složky tíhy materiálu. Rychlost dopravovaného materiálu je závislá na třecí síle mezi materiálem a skluzem. Tato rychlost se dá regulovat změnou úhlu sklonu a třecí síly. Žlaby se liší od skluzu tím, že mají navíc bočnice a mohou být také vybaveny víkem, takže mohou být uzavřené.

Skluzy a žlaby můžeme rozdělit:

- jednoduché,
- lomené,
- šroubové.



Obr. 3.3.1 Příčný průřez [17]



Obr. 3.3.2 Lomený žlab [17]

3.4 Přepравní nádoba

Přepравní nádoba je stabilní, svařovaný, snadno ovladatelný zásobník pro dopravu betonových směsí. Přepравní nádoba je vybavena závěsnými oky pro zavěšení na lano jeřábu. Objem přepравní nádoby je různý, záleží na nabídce výrobců. Například firma Kovomont s.r.o. je výrobcem přepравních nádob VÖGTLI, která nabízí objemy nádob 600, 800, 1200 a 1500 litrů.



Obr. 3.4.1 Betonovací koš VÖGTLI o objemu 1500 litrů [9]

3.5 Pneumatická doprava v potrubí

“ Pneumatická doprava v potrubí (ve zvláštních případech v korytech nebo žlabech) je doprava sypkých materiálů pomocí nosného média, kterým je v obecném případě plyn.“ [17]. Pro kompresi nosného média se používají kompresory.

“ Potrubní doprava je vhodná pro dopravu vodorovnou, svislou i šikmou s libovolně komplikovaným vedením dopravní trasy. Potrubní doprava má relativně nízké dopravní náklady. “ [17]

Výhody:

- podtlakovými potrubními systémy je možno odebírat materiál z více míst a dodávat je do jednoho místa,
- přetlakové systémy mohou přepravovat materiál i do více odběrných míst. [17]

Podle funkčního hlediska se jedná o dopravu:

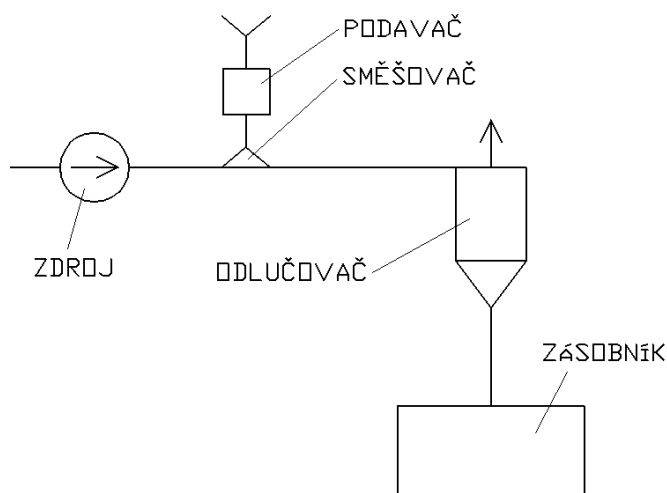
- potrubím,
- pneumatickými žlaby,
- zařízení pro vyprazdňování nebo homogenizaci zásobníků,
- na vzduchovém polštáři. [17]

Rozdělení podle uspořádání jde o potrubní systémy:

- otevřené,
- uzavřené. [17]

Podle tlaku jde o potrubní systémy:

- přetlakové,
- podtlakové. [17]



Obr. 3.5.1 Schéma přetlakové dopravy [17]



Obr. 3.5.2 Mobilní čerpadlo pro pneumatickou dopravu Pneumix PX 200 [8]

3.6 Podvěsný dopravník

“ Podvěsný dopravník je zařízení, kde se náklad pohybuje pod nosným prostředkem. Jejich základní vlastností je, že umožňují dosáhnout svou dopravní dráhou libovolného bodu daného prostoru pracoviště. “[17]

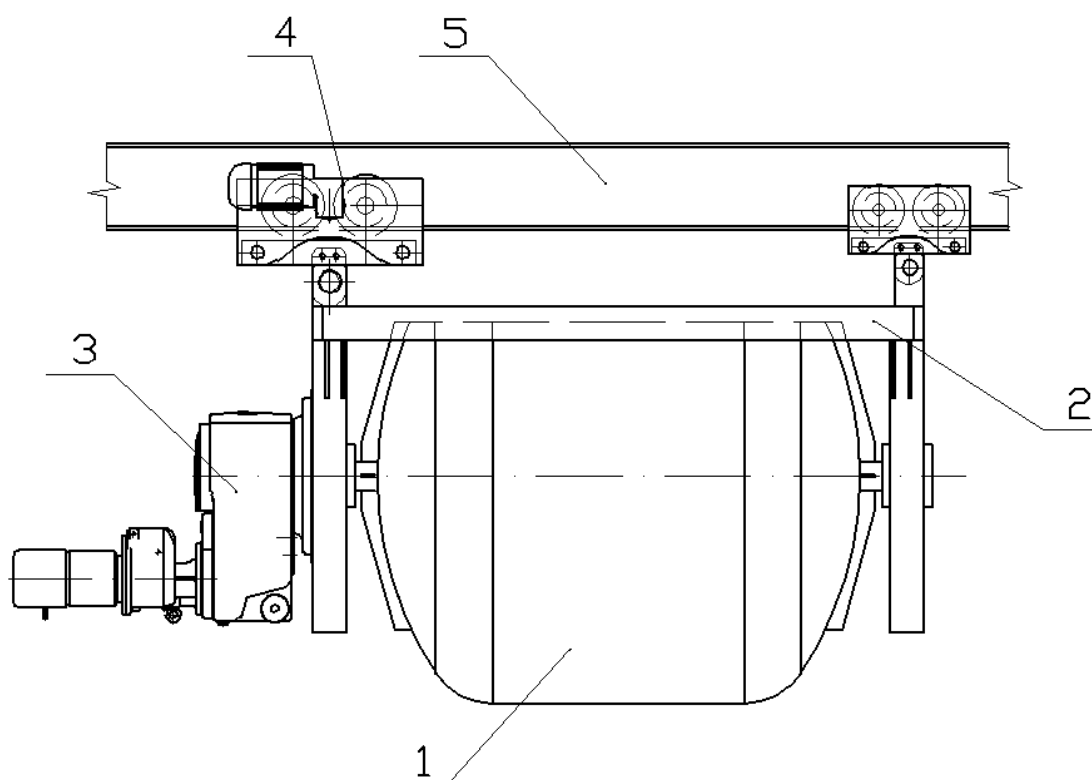
Podvěsný dopravník pojíždí po kolejové dráze, která je složena ze svařovaných ocelových profilů, které jsou umístěny v nadpodlažním prostoru. Dopravník se skládá z dopravní nádoby, která může být v provedení buď otočném nebo v provedení se spodním výsypem. Nádobu je upevněna v nosném rámu dopravníku. Pojízďení podvěsného dopravníku je zajištěno pomocí závěsu kol, které jsou upevněny na rámu dopravníku.

Rozdělení podvěsných dopravníků:

- poháněné,
- nepoháněné.

Rozdělení podle počtu drah:

- jednodráhové,
- dvoudráhové.



1 – otočná nádoba, 2 – rám dopravníku, 3 – pohonná jednotka nádoby, 4 – pojezdové
ústrojí, 5 – kolejová dráha

Obr. 3.6.1 Podvěsný dopravník

4 Návrh a výpočet podvěsného dopravníku

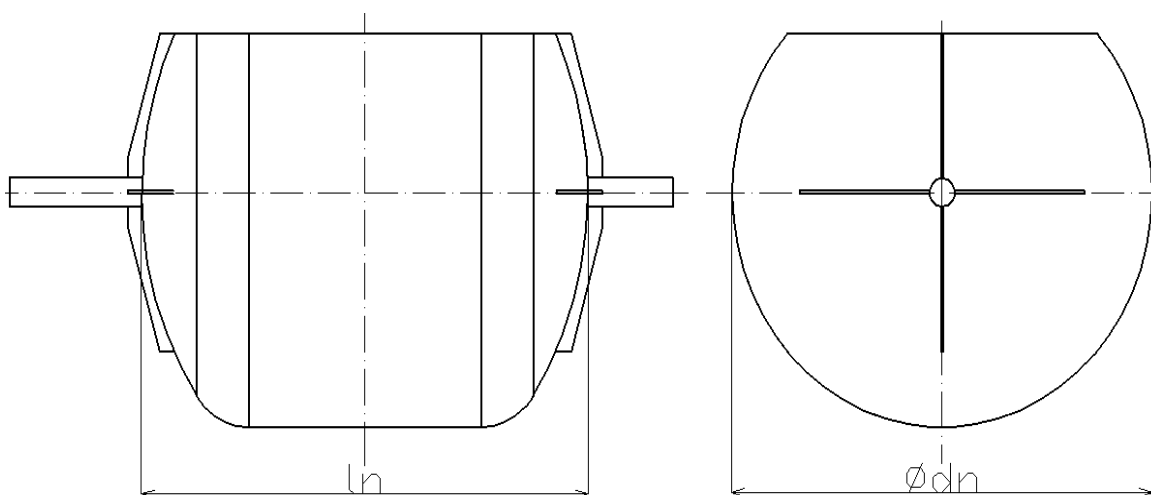
4.1 Návrh otočné nádoby

Nádoba musí mít takový objem, aby dokázala přepravit 2000 litrů betonové směsi. Skládá se ze dvou klenutých dnů a zakrouženého ocelového plechu. Součástí nádoby jsou čepy pro osazení do ložiskových těles. Při návrhu rozměrů a výpočtu objemu nádoby bylo využito programu Autodesk Inventor Professional 10.

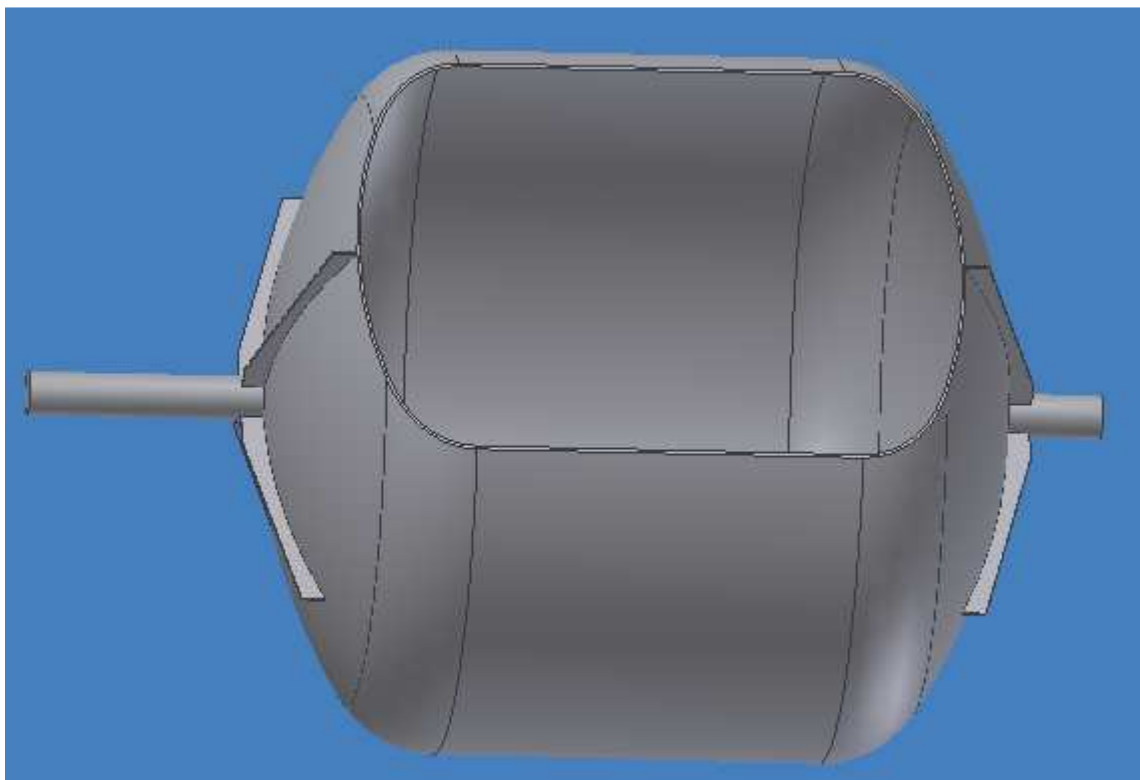
Rozměry nádoby:

Rozměry byly navrženy tak, aby byl objem této nádoby větší, než je objem přepravované betonové směsi z důvodu, aby nedocházelo k přelévání betonové směsi přes okraj otočné nádoby např. při rozjezdu nebo při brzdění.

- průměr nádoby $d_n = 1600 \text{ mm}$
- délka nádoby $l_n = 1700 \text{ mm}$
- volena tloušťka ocelového plechu $t_p = 6 \text{ mm}$
- objem nádoby $V_n = 2,6 \text{ m}^3$



Obr. 4.1.1 Otočná nádoba



Obr. 4.1.2 3D model otočné nádoby

4.2 Výpočet hmotnosti betonu v nádobě

Byla volena průměrná hustota betonu $\rho = 2400 \text{ kg.m}^3$ [1]

$$m_B = V_B \cdot \rho$$

$$m_B = 2 \cdot 2400$$

$$\underline{\underline{m_B = 4800 \text{ kg}}}$$

(4.1)

4.3 Hmotnost nádoby

Hmotnost nádoby byla určena pomocí programu Autodesk Inventor Professional 10.

$$\underline{\underline{m_n = 480 \text{ kg}}}$$

Materiál
 Ocel Aktualizovat

Hustota **Přesnost**
 7,850E-006 (kg/(mm^3) Střední Schránka

Obecné vlastnosti

☐ Zahrnout kosmetické svary

Hmotnost 479,544 kg

Plocha 9,765E+006 mm²

Objem 2,617E+009 mm³

Vlastnosti setrvačnosti Hlavní XYZ

Hlavní momenty

I1 1,813E+008 kg I2 2,718E+008 kg I3 3,091E+008 kg

Poloměry setrvačnosti

Rx -0,25 deg Ry -1,10 deg Rz -0,13 deg

Obr. 4.3.1 Parametry otočné nádoby

Tab. 1 Parametry otočné nádoby

Hmotnost (m_n)	480 kg
Objem (V_n)	2,6 m³
Moment setrvačnosti (J_{Npr})	181kg.m²

4.4 Celková hmotnost nádoby s požadovaným množstvím betonu

$$m_{CB} = m_B + m_n$$

$$m_{CB} = 4800 + 480$$

$$\underline{\underline{m_{CB} = 5280kg}}$$

(4.2)

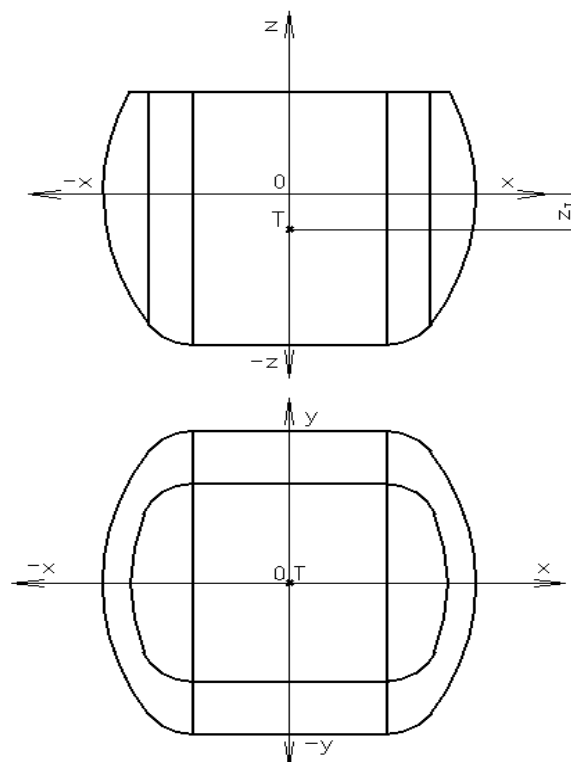
4.5 Určení těžiště otočné nádoby s betonem

Hodnoty těžiště byly určeny pomocí programu Autodesk Inventor Professional 10.

$$x_T = 0$$

$$y_T = 0$$

$$z_T = -0,185m$$



Obr. 4.5.1 Těžiště nádoby

Materiál
Ocel Aktualizovat

Hustota **Přesnost**
7,850E-006 (kg/(mm^3) Vysoké Schránka

Obecné vlastnosti
☐ Zahrnout kosmetické svary

Těžiště*

Hmotnost	5,280E+003 kg	X	0,000 mm
Plocha	1,236E+007 mm²	Y	0,000 mm
Objem	2,091E+009 mm³	Z	-185,219 mm

Vlastnosti setrvačnosti* Hlavní XYZ

Hlavní momenty

I1	1,260E+009 kg·mm²	I2	1,824E+009 kg·mm²	I3	1,378E+009 kg·mm²
----	-------------------	----	-------------------	----	-------------------

Poloměry setrvačnosti

Rx	-3,00E-004 deg	Ry	0,00E+000 deg	Rz	-0,00 deg
----	----------------	----	---------------	----	-----------

Obr. 4.5.2 Parametry nádoby s betonem

4.6 Síla působící v těžišti otočné nádoby

$$F = m_{CB} \cdot g$$

$$F = 5280 \cdot 9,81$$

$$\underline{F = 51797 N}$$

(4.3)

4.7 Výpočet točivého momentu

$$Mk = F \cdot z_T$$

$$Mk = 51797 \cdot 0,185$$

$$\underline{Mk = 9582 N \cdot m}$$

(4.4)

4.8 Potřebný výkon elektromotoru otoče

$$P = Mk \cdot 2 \cdot \pi \cdot n_n$$

$$P = 9582 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 0,0433$$

$$\underline{P = 2607 W}$$

(4.5)

4.9 Volba elektromotoru otoče

Byl zvolen trojfázový asynchronní brzdový elektromotor firmy NORD 100 LA/4 Bre 20 RG HL. Tento motor je vybaven stejnosměrně spínanou pružinovou brzdou.



Obr. 4.9.1 Zvolený motor 100 LA/4 [2]

Tab. 2 Parametry motoru otoče

Výkon (P)	3 kW
Otáčky (n_m)	1415 min ⁻¹
Účinnost (η_m)	82,6 %
Jmenovitý moment (M_N)	20,2 N.m
Moment setrvačnosti (J_M)	0,006 kg.m ²
Brzdňý moment (M_B)	20 N.m

4.10 Výpočet převodového poměru

Otáčky nádoby byly voleny $n_n = 2,6 \text{ min}^{-1}$

$$i_p = \frac{n_m}{n_n}$$

$$i_p = \frac{1415}{2,6}$$

$$\underline{\underline{i_p = 544,2}}$$

(4.6)

4.11 Volba převodové skříně otoče

Byla navržena plochá čelní 5-ti stupňová převodovka s dutou výstupní hřídelí od firmy NORD, označení převodovky SK 8382/42 AFG [2]. Volba duté výstupní hřídele je z důvodů snadného nasazení na hřídel otočné nádoby a také není potřeba použít hřídelovou spojku.



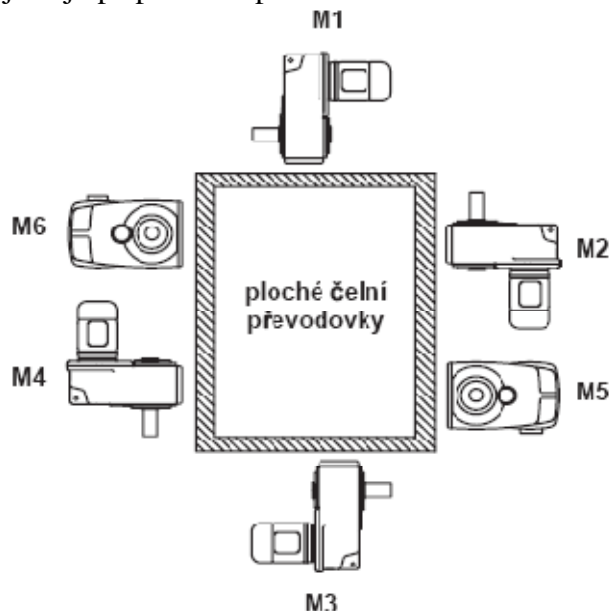
Obr. 4.11.1 Zvolena převodovka SK 8382/42 AFG [2]

Tab. 3 Parametry převodovky otoče

Převodový poměr (i_p)	551,02
Výstupní otáčky (n_2)	$2,6 \text{ min}^{-1}$
Maximální přenášený výstupní moment ($M_{2\max}$)	12100 N.m
Maximální vstupní výkon ($P_{1\max}$)	3,17 kW
Moment setrvačnosti (J_p)	$0,004 \text{ kg.m}^2$

4.12. Volba pracovní polohy převodovky

Firma NORD vyrábí převodovky pro 6 pracovních poloh, od pracovní polohy M1 až po pracovní polohu M6. Zobrazení pracovních poloh je na obr. 3.12. Pro podvěsný dopravník vyhovuje nejlépe pracovní poloha M3.



Obr. 4.12.1 Zobrazení pracovních poloh [2]

4.13. Kontrola motoru otoče na rozběh

Bylo vycházeno z podmínky

$$M_r \geq M_i$$

$$\underline{\underline{50,5 \geq 47,9 \text{ podmínka vyhovuje}}}$$

[13] (4.7)

Výpočet rozběhového momentu motoru otoče

$$\frac{M_r}{M_N} = 2,5 \Rightarrow M_r = 2,5 \cdot M_N$$

$$M_r = 2,5 \cdot 20,2$$

$$\underline{\underline{M_r = 50,5 \text{ N} \cdot \text{m}}}$$

(4.8)

Výpočet momentu setrvačnosti rotujících hmot:

Momenty setrvačnosti otočné nádoby prázdné a nádoby plné betonu byly zjištěny pomocí programu Autodesk Inventor 10 (viz. obr. 4.3.1 a obr. 4.5.2).

Celková účinnost

$\eta_p = 0,98$ – účinnost převodovky otočné nádoby [2]

$\eta_m = 0,826$ – účinnost motoru otočné nádoby [2]

$$\eta_c = \eta_p \cdot \eta_m$$

$$\eta_c = 0,98 \cdot 0,826$$

$$\underline{\underline{\eta_c = 0,809}}$$

(4.9)

Celkový moment setrvačnosti

$$J = J_M + J_P + (J_{Npr} + J_{Npl}) \cdot \frac{1}{i_c \cdot \eta_c}$$

$$J = 0,006 + 0,004 + (181 + 1260) \cdot \frac{1}{551,02 \cdot 0,809}$$

$$\underline{\underline{J = 3,233 \text{ kg} \cdot \text{m}^2}}$$

(4.10)

Výpočet inerčního momentu

Doba rozběhu byla volena $t_r = 10 \text{ s}$ [13]

$$Mi = J \cdot \varepsilon = J \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot n_m}{t_r}$$

$$Mi = 3,233 \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot 23,58}{10}$$

$$\underline{\underline{Mi = 47,9 \text{ N.m}}}$$

[13] (4.11)

4.14 Kontrola zvolené brzdy

Výpočet potřebného brzdového momentu:

Volená doba brzdění $t_b = 1 \text{ s}$ [13]

Volný součinitel $k_1 = 1,3$ [13]

$$M_b = k \cdot J \cdot \frac{\pi \cdot n_m}{30 \cdot t_b}$$

$$M_b = 1,3 \cdot 3,233 \cdot \frac{\pi \cdot 23,58}{30 \cdot 1}$$

[13] (4.12)

$$\underline{\underline{M_b = 10,4 \text{ N.m}}}$$

Zvolená brzda vyhovuje, protože je potřebný brzdový moment menší, než je brzdový moment zvolené brzdy.

4.15. Návrh průměru hřídele nádoby

Materiál hřídele otočné nádoby musí být z dobře svařitelné oceli, proto byl zvolen materiál 11 343. [16]

Bylo voleno střídavé dovolené napětí v krutu $\tau_D = 50MPa$ [16]

$$\tau_D \geq \frac{Mk}{Wk} = \frac{Mk}{\frac{\pi \cdot d^3}{16}} \Rightarrow d = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot Mk}{\pi \cdot \tau_D}}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 9451200}{\pi \cdot 50}}$$

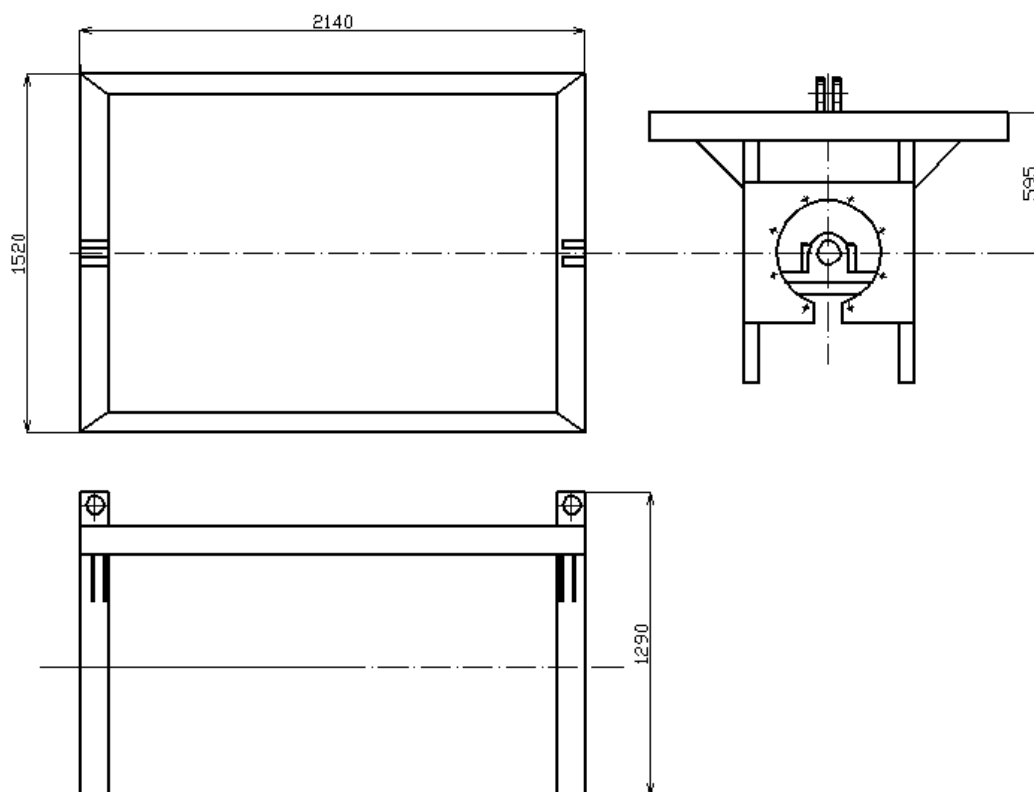
$$\underline{\underline{d = 98,7mm}}$$

(4.13)

Byl zvolen průměr hřídele otočné nádoby $d = 100$ mm.

4.16. Návrh nosného rámu podvěsného dopravníku

Nosný rám je tvořen ze svařovaných ocelových profilů. V jeho horní části se nacházejí úchyty pro závěsy pojezdového ústrojí. Ve svislé části rámu jsou stojatá ložisková tělesa SNL 522 [4] pro uložení čepu otočné nádoby a také úchyty pro uchycení převodovky s motorem.



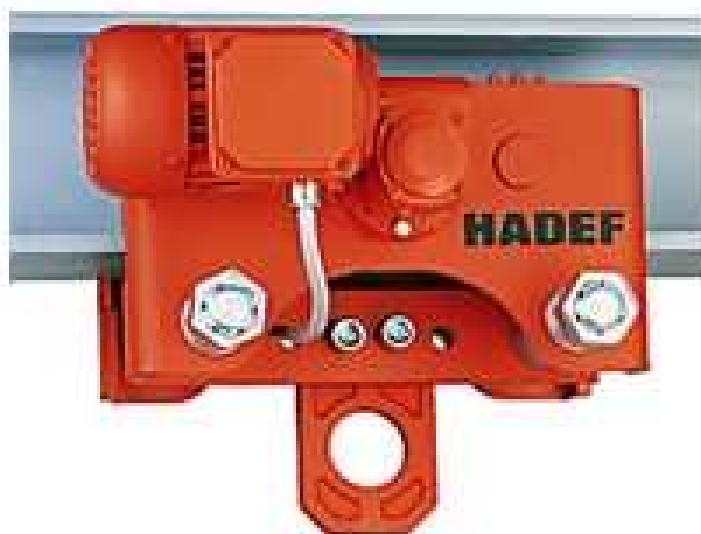
Obr. 4.16.1 Nosný rám

Hmotnost rámu je $m_r = 266 \text{ kg}$.

4.17 Návrh pojízďecího ústrojí

Pojezdové ústrojí se skládá ze dvou pojezdů, jeden pojezd je poháněn elektromotorem a druhý pojezd je volný bez pohonu. Tyto pojezdy jsou složeny ze dvou párů pojezdových kol.

Byl zvolen elektrický pojezd firmy HadeF typu 20/94 AFE [3]



Obr. 4.17.1. Elektrický pojezd HadeF 20/94 AFE [3]

Tab. 4 Parametry elektrického pojezdu

Nosnost	6300 kg
Výkon (P_{poj})	0,12 – 0,5 kW
Hmotnost pojezdu (m_{poj})	173,6 kg
Rychlost pojezdu (v_{poj})	16/4 m.min ⁻¹
Otáčky motoru (n_{mpoj})	1400 min ⁻¹
Moment setrvačnosti motoru (J_{mpoj})	0,00110 kg.m ²
Celková účinnost pojezdu (η_{poj})	0,656

Celková účinnost elektrického pojezdu a typ motoru, byla zjištěna od české firmy Tesort, která je zástupcem firmy HadeF na českém trhu. Pro pojezdy HadeF jsou použity motory firmy Hanning [5].

Byl volen nepoháněný pojezd firmy Hadeř 20/94 AFR [3]



Obr. 4.17.2. Nepoháněný pojezd 20/94 AFR [3]

Tab. 5 Parametry nepoháněného pojezdu

Nosnost	3200 kg
Hmotnost (m_{pojn})	58,3 kg

Celková hmotnost podvěsného dopravníku

$$m_c = m_{CB} + m_r + m_{poh}$$

$$m_c = 5280 + 266 + 436$$

$$\underline{\underline{m_c = 5982 \text{ kg}}}$$

(4.14)

Výpočet odporu pojezdových kol

Voleno: – valivé tření $e = 0,6$ mm, [13]

– čepové tření $f_{\epsilon} = 0,01$, [13]

– přídatné odpory $\chi = 1,6$. [13]

$$W = \frac{m_c \cdot g}{R} \cdot (e + f_{\epsilon} \cdot r_{\epsilon}) \cdot \chi$$

$$W = \frac{5982 \cdot 9,81}{75} \cdot (0,6 + 0,01 \cdot 30) \cdot 1,6$$

$$\underline{\underline{W = 1127 \text{ N}}}$$

[13] (4.15)

Výpočet síly větru

Pro navržený podvěsný dopravník se síla větru zanedbá, jelikož je dopravník určen pro dopravu betonové směsi v halách, kde je bezvětrí a nenachází se ve venkovních prostorech.

$$V = 0 \text{ N}$$

(4.16)

Výpočet výkonu elektromotoru

$$\begin{aligned}P_{poj} &= \frac{(W + V) \cdot v_p}{60 \cdot 10^3 \cdot \eta_p} \\P_{poj} &= \frac{(1127 + 0) \cdot 16}{60 \cdot 10^3 \cdot 0,656} \\P_{poj} &= 0,46 \text{ kW}\end{aligned} \quad [13] \quad (4.17)$$

Stanovení otáček

$$\begin{aligned}n_k &= \frac{v_p}{\pi \cdot D} \\n_k &= \frac{16}{\pi \cdot 0,15} \\n_k &= 33,95 \text{ ot. min}^{-1}\end{aligned} \quad (4.18)$$

Stanovení celkového převodového poměru

$$\begin{aligned}i_{poj} &= \frac{n_{mpoj}}{n_k} \\i_{poj} &= \frac{1400}{33,95} \\i_{poj} &= 41,2\end{aligned} \quad (4.19)$$

Kontrola rozběhového momentu motoru pojezdového ústrojí

$$\begin{aligned}M_{rpoj} &\geq M_{stpoj} + M_{ipoj} + M_{irpoj} \\M_{rpoj} &\geq 3,13 + 0,89 + 0,000726 \\9,525 &\geq 4 \text{ podmínka vyhovuje}\end{aligned} \quad [13] \quad (4.20)$$

$$\begin{aligned}\frac{M_{rpoj}}{M_{Npoj}} &= 2,54 \Rightarrow M_{rpoj} = 2,54 \cdot M_{Npoj} \\M_{rpoj} &= 2,54 \cdot 3,75 \\M_{rpoj} &= 9,525 \text{ N} \cdot \text{m}\end{aligned} \quad (4.21)$$

$$\begin{aligned}
M_{stpoj} &= \frac{W \cdot R}{i_{poj} \cdot \eta_{poj}} \\
M_{stpoj} &= \frac{1127 \cdot 0,075}{41,2 \cdot 0,656} \\
\underline{\underline{M_{stpoj} = 3,13 N \cdot m}}
\end{aligned}
\tag{13} (4.22)$$

$$\begin{aligned}
M_{ipoj} &= \frac{F_{ip} \cdot R}{i_{poj} \cdot \eta_{poj}} \\
M_{ipoj} &= \frac{319 \cdot 0,075}{41,2 \cdot 0,656} \\
\underline{\underline{M_{ipoj} = 0,89 N \cdot m}}
\end{aligned}
\tag{13} (4.23)$$

Doba rozběhu motoru pojezdu byla volena $t_r = 5s$ [13]

$$\begin{aligned}
F_{ipoj} &= m_c \cdot \frac{v_p}{60 \cdot t_{rpoj}} \\
F_{ipoj} &= 5982 \cdot \frac{16}{60 \cdot 5} \\
\underline{\underline{F_{ipoj} = 319 N}}
\end{aligned}
\tag{13} (4.24)$$

Byl volen součinitel vlivu ostatních rotujících hmot $k = 1,35$ [13]

$$\begin{aligned}
M_{irpoj} &= J \cdot \varepsilon = \frac{k \cdot \pi \cdot J_{mpoj} \cdot n_m}{30 \cdot t_r} \\
M_{irpoj} &= \frac{1,35 \cdot \pi \cdot 0,00110 \cdot 23,33}{30 \cdot 5} \\
\underline{\underline{M_{irpoj} = 0,000726 N \cdot m}}
\end{aligned}
\tag{13} (4.25)$$

Zatížení hnaných kol

$$\begin{aligned}
\sum K &= \left(\frac{m_r}{2} + \frac{m_{CB}}{2} + m_{poh} \right) \cdot g \\
\sum K &= \left(\frac{266}{2} + \frac{5280}{2} + 436 \right) \cdot 9,81 \\
\underline{\underline{\sum K = 31480 N}}
\end{aligned}
\tag{13} (4.26)$$

$$\begin{aligned}
 W' &= W \cdot \frac{n_1}{n} \\
 W' &= 1127 \cdot \frac{6}{8} \\
 \underline{\underline{W' = 845 \text{ N}}}
 \end{aligned}
 \tag{13} (4.27)$$

Výpočet minimální doby brzdění

Byl volen součinitel adheze $f = 0,14$ [13]

$$\begin{aligned}
 t_{r \min} &= \frac{m_c \cdot v_p}{(f \cdot \sum K - W') \cdot 60} \\
 t_{r \min} &= \frac{5982 \cdot 16}{(0,14 \cdot 31480 - 845) \cdot 60} \\
 \underline{\underline{t_{r \min} = 0,45 \text{ s}}}
 \end{aligned}
 \tag{13} (4.28)$$

Výpočet brzdy

Podvěsný dopravník nemusí být vybaven brzdou, jelikož je jeho pojezdová rychlost menší než $36 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$. Musí se stanovit dráha, na které se dopravník zastaví působením pasivních odporů.

$$\begin{aligned}
 1,15 \cdot 0,5 \cdot m_c \cdot \frac{v_p^2}{60^2} &= W \cdot s_{\max} \Rightarrow s_{\max} = \frac{1,15 \cdot 0,5 \cdot m_c \cdot v_p^2}{60^2 \cdot W} \\
 s_{\max} &= \frac{1,15 \cdot 0,5 \cdot 5982 \cdot 16^2}{60^2 \cdot 1127} \\
 \underline{\underline{s_{\max} = 0,22 \text{ m}}}
 \end{aligned}
 \tag{13} (4.29)$$

Součinitel 1,15 zohledňuje kinetickou energii rotujících hmot [13]

Výpočet maximální doby brzdění

$$\begin{aligned}
 t_{b \max} &= \frac{120 \cdot s_{\max}}{v_p} \\
 t_{b \max} &= \frac{120 \cdot 0,22}{16} \\
 \underline{\underline{t_{b \max} = 1,65 \text{ s}}}
 \end{aligned}
 \tag{13} (4.30)$$

4.18. Návrh a kontrola péra

4.18.1. Návrh péra

Pro hřídel otočné nádoby o průměru $d = 100 \text{ mm}$ bylo zvoleno těsné péro 28e7 x 16 x 280 ČSN 02 2562 [16].

Výpočet síly zatěžující bok péra

$$\begin{aligned} F_2 &= \frac{Mk}{\frac{d}{2} + \frac{t_1}{2}} \\ F_2 &= \frac{9582000}{\frac{100}{2} + \frac{6,1}{2}} \\ \underline{\underline{F_2 = 180622N}} \end{aligned} \quad [14] \quad (4.31)$$

Výpočet potřebné délky péra

Materiál těsného péra byl volen 11 600 [16]

Byl volen dovolený tlak pro ocelový náboj $p_{D2} = 120 \text{ MPa}$ [14]

$$\begin{aligned} \frac{F_2}{l' \cdot t_1} &\leq p_{D2} \Rightarrow l' \geq \frac{F_2}{p_{D2} \cdot t_1} \\ l' &\geq \frac{180622}{120 \cdot 6,1} \\ \underline{\underline{l' \geq 246,8mm}} \end{aligned} \quad [14] \quad (4.32)$$

$$\begin{aligned} l &= l' + 2 \cdot R = l' \cdot b \\ l &= 246,8 + 28 \\ \underline{\underline{l = 274,8mm}} \end{aligned} \quad [14] \quad (4.33)$$

Byla zvolena normalizovaná délka péra $l = 280 \text{ mm}$ [16]

4.18.2. Kontrola těsného péra na střih

Bylo voleno dovolené napětí ve střihu $\tau_{DS} = 70 \text{ MPa}$ [16].

Výpočet střížné síly

$$F_s = \frac{2 \cdot Mk}{d}$$

$$F_s = \frac{2 \cdot 9582000}{100}$$

$$\underline{\underline{F_s = 191640 \text{ N}}}$$

[14] (4.34)

Kontrola péra na střih

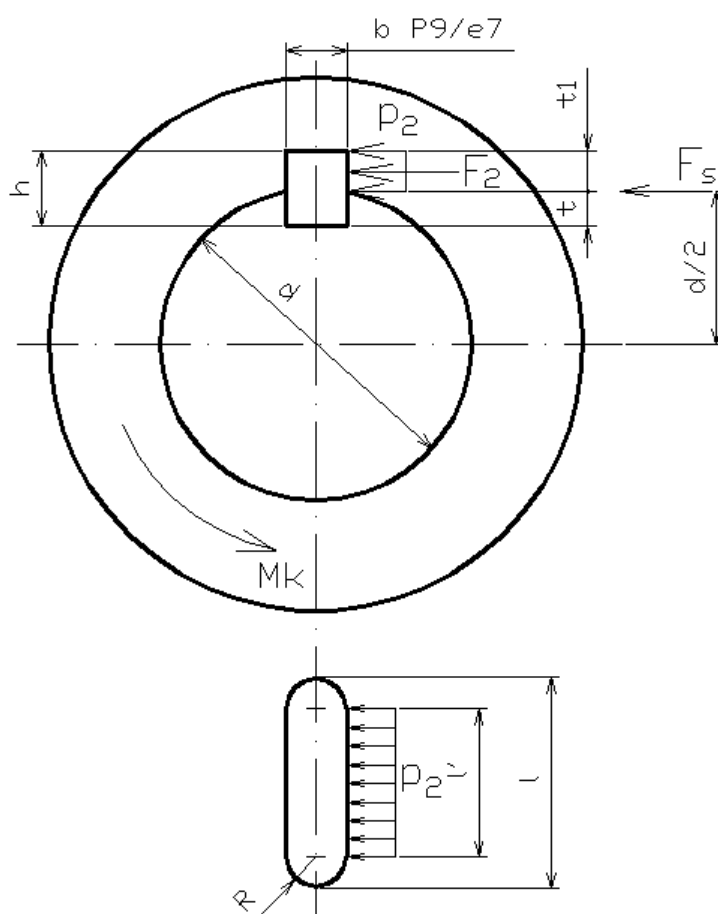
$$\tau_s \leq \tau_{DS}$$

$$\frac{F_s}{l \cdot b} \leq \tau_{DS}$$

$$\frac{191640}{280 \cdot 28} \leq 70$$

$$\underline{\underline{24,4 \leq 70 \Rightarrow \text{Péro vyhovuje}}}$$

[14] (4.35)



Obr. 4.18.1 Síla působící na péro [14]

4.19. Návrh a kontrola ložisek hřídele otočné nádoby

Pro uložení otočné nádoba byla volena dvouřadá soudečková ložiska naklápěcí 22222K ČSN 02 4705 [4]. Ložiska budou montována na upínací pouzdro.

Tab. 6 Parametry ložiska

Vnitřní průměr ložiska (d_1)	110 mm
Šířka ložiska (B)	53 mm
Statická únosnost ložiska (C_0)	640000 N
Dynamická únosnost ložiska (C)	560000 N

4.19.1. Kontrola statické únosnosti ložiska

$$\begin{aligned}s_0 &= \frac{C_0}{P_0} \\s_0 &= \frac{640000}{69623} \\s_0 &= 9,2\end{aligned}\quad [14] \quad (4.36)$$

$$\begin{aligned}s_0 &\geq s_{D0} \\9,2 &\geq 2 \text{ podmínka vyhovuje}\end{aligned}\quad [14] \quad (4.37)$$

Byla volena minimální požadovaná bezpečnost pro statickou únosnost valivého ložiska pro pomalé otáčení, normální provoz, čárový styk $s_{D0} = 2$ [15].

Ekvivalentní statické zatížení ložiska

$$\begin{aligned}P_0 &= F_r + Y_0 \cdot F_a \\P_0 &= 25898 + 2,5 \cdot 17490 \\P_0 &= 69623\end{aligned}\quad [4] \quad (4.38)$$

Přípustné axiální zatížení ložiska:

$$\begin{aligned}F_a &= 0,003 \cdot B \cdot d_l \\F_a &= 0,003 \cdot 53 \cdot 110 \\F_a &= 17,49 \text{ kN}\end{aligned}\quad [4] \quad (4.39)$$

Radiální zatížení ložiska:

$$\begin{aligned}F_r &= \frac{m_{CB}}{2} \cdot g \\F_r &= \frac{5280}{2} \cdot 9,81 \\F_r &= 25898 \text{ N}\end{aligned}\tag{4.40}$$

4.19.2. Kontrola dynamické únosnosti ložiska

Ekvivalentní dynamické zatížení

$$\begin{aligned}P_D &= 0,67 \cdot F_r + Y_2 \cdot F_a \\P_D &= 0,67 \cdot 25898 + 4 \cdot 17490 \\P_D &= 87312 \text{ N}\end{aligned}\tag{4} \tag{4.41}$$

$$\begin{aligned}L_{10} &= \left(\frac{C}{P_D} \right)^p \cdot 10^6 \\L_{10} &= \left(\frac{560000}{87312} \right)^{\frac{10}{3}} \cdot 10^6 \\L_{10} &= 490207896 \text{ ot}\end{aligned}\tag{15} \tag{4.42}$$

Bylo voleno $a_{skf} = 0,8$ [4]

$$a_1 = 1 \text{ [4]}$$

$$\begin{aligned}L_{nmh} &= a_1 \cdot a_{skf} \cdot L_{10} \cdot \frac{1}{60 \cdot n_n} \\L_{nmh} &= 1 \cdot 0,8 \cdot 490207896 \cdot \frac{1}{60 \cdot 2,6} \\L_{nmh} &= 2513887 \text{ hod}\end{aligned}\tag{15} \tag{4.43}$$

4.20. Kontrola čepu pro spojení pojezdových kol s rámem dopravníku

4.20.1. Kontrola čepu elektrického pojezdu

Materiál čepu byl zvolen 11 343 [16]

Bylo voleno dovolené napětí v ohybu $\sigma_{D0} = 80 \text{ MPa}$ [16].

$$\sigma_0 = \frac{M_0}{W_0} = \frac{\frac{\sum K}{2} \cdot \left(\frac{b_1}{2} + \frac{b_1}{2}\right)}{\frac{\pi}{32} \cdot d_{\epsilon 1}^3} = \frac{16 \cdot \sum K \cdot b_1}{\pi \cdot d_{\epsilon 1}^3} \leq \sigma_{D0}$$
$$\sigma_0 = \frac{16 \cdot 31480,3 \cdot 35}{\pi \cdot 80^3} \leq 80 \quad [14] \quad (4.44)$$

$10,96 \leq 80$ podmínka vyhovuje

Podmínka měrného tlaku

Volím dovolený tlak $p_D = 100 \text{ MPa}$ [14]

$$p_2 \leq p_D$$
$$\frac{\sum K}{2 \cdot b_1 \cdot d_{\epsilon 1}} \leq p_D$$
$$\frac{31480}{2 \cdot 35 \cdot 80} \leq 100$$
$$5,62 \leq 100 \text{ podmínka vyhovuje}$$

[14] (4.45)

4.20.2. Kontrola čepu nepoháněného pojezdu

Zatížení působící na nepoháněný pojezd

$$m_2 = m_c - \frac{m_{CB}}{2} - \frac{m_r}{2} - m_{poh}$$
$$m_2 = 5982 - \frac{5280}{2} - \frac{266}{2} - 436$$
$$m_2 = 2773 \text{ kg}$$

[14] (4.46)

Materiál čepu byl volen 11 343 [16]

Bylo voleno dovolené napětí v ohybu $\sigma_{D0} = 80 \text{ MPa}$ [16]

$$\sigma_0 = \frac{M_0}{W_0} = \frac{\frac{F_n}{2} \cdot \left(\frac{b_2}{2} + \frac{b_2}{2} \right)}{\frac{\pi}{32} \cdot d_{\varepsilon 2}^3} = \frac{16 \cdot m_2 \cdot g \cdot b_2}{\pi \cdot d_{\varepsilon 2}^3} \leq \sigma_{D0}$$

$$\sigma_0 = \frac{16 \cdot 2773 \cdot 9,81 \cdot 20}{\pi \cdot 55^3} \leq 80$$

$$\underline{\underline{16,65 \leq 80 \text{ podmínka vyhovuje}}}$$

[14] (4.47)

Podmínka měrného tlaku

Byl volen dovolený tlak $p_D = 100 \text{ MPa}$ [14]

$$p_2 \leq p_D$$

$$\frac{m_2 \cdot g}{2 \cdot b_2 \cdot d_{\varepsilon 2}} \leq p_D$$

$$\frac{2773 \cdot 9,81}{2 \cdot 20 \cdot 55} \leq 100$$

$$\underline{\underline{12,37 \leq 100 \text{ podmínka vyhovuje}}}$$

[14] (4.48)

4.21. Návrh kolejové dráhy

Pro kolejovou dráhu byl zvolen válcovaný profil IPE 300 ČSN 42 5553 [16], materiál profilu byl volen 11 373. Jednotlivé profily jsou k sobě svařovány a svary budou broušeny do roviny, aby nedošlo k poškození pojezdového ústrojí.

5 Závěr

Cílem mé bakalářské práce bylo navrhnout podvěsný dopravník pro dopravu betonových směsí.

V úvodu jsem zpracoval možné způsoby dopravy betonových směsí od betonáren do výroben betonových a vibrolisovaných prvků.

Na začátku návrhu dopravníku jsem navrhl rozměry otočné nádoby, aby nádoba měla větší objem než je požadované dopravované množství betonu. Dále jsem navrhl pohonnou jednotku této nádoby pro otáčení. Tato pohonná jednotka se skládá z brzdového čtyřpólového asynchronního elektromotoru a ploché čelní pětistupňové převodovky firmy NORD. Převodovka má dutou výstupní hřídeli pro jednoduché nasazení na hřídel otočné nádoby. Čepy otočné nádoby jsou uloženy v ložiskových domcích, které jsou součástí rámu. Rám se skládá ze svařovaných ocelových profilů. Tento rám je zavěšen na pojezdovém ústrojí. Na jedné straně je elektrické pojezdové ústrojí a na druhé straně je nepoháněné pojezdové ústrojí.

Dále jsem zpracoval výkresovou dokumentaci a to sestavný výkres celého podvěsného dopravníku kde jsou celkové rozměry dopravníku a také sestavu pohonu otočné nádoby.

6 Seznam použité literatury

Internetové zdroje

- [1] <http://www.beton.cz/>
- [2] <http://www2.nord.com/>
- [3] <http://www.hadef.com/>
- [4] <http://www.skf.com/>
- [5] <http://www.hanning-hew.de/>
- [6] <http://www.rox.cz/>
- [7] <http://www.stroje-naradie.sk/>
- [8] <http://www.ekamachinery.cz/>
- [9] <http://kovomont.cz/>
- [10] <http://technologie.fsv.cvut.cz/>
- [11] <http://www.schwing.cz/>
- [12] <http://www.spkvauto.cz/>

Knižní publikace

- [13] Pavliska J., Hrabovský, L.: *Dopravní a manipulační zařízení IV*. Ostrava: Ediční středisko VŠB-TU Ostrava, 2004. 133 s.
- [14] Kaláb, K.: *Části a mechanismy strojů pro bakaláře. Části spojovací*. Ostrava: Ediční středisko VŠB - TU Ostrava, 2010. 130 s.

- [15] Kaláb, K.: *Části a mechanismy strojů pro bakaláře. Části pohonů strojů*. Ostrava: Ediční středisko VŠB - TU Ostrava, 2010. 130 s.
- [16] LEINVEBER, J., VÁVRA, P.: *Strojnické tabulky*. 1. vyd. Úvaly: ALBRA, 2003. 865s.
- [17] Polák, J., Bailotti, K., Pavliska, J., Hrabovský, L.: *Dopravní a manipulační zařízení II*. Ostrava: Ediční středisko VŠB TU - Ostrava, 2003. 109 s.

7 Přílohy

Výkresová dokumentace

- *Podvěsný dopravník.* Sestavný výkres podvěsného dopravníku
- *Pohon otoče.* Sestavný výkres pohonu otočné nádoby

Děkuji doc. Ing. Hrabovskému, Ph.D. za jeho odborné rady při
řešení bakalářské práce